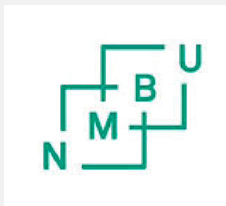








Biokull av Organisk Avfall: Kjemisk og Geoteknisk Stabilisering med Klimabonus

Gerard Cornelissen

Sarah Hale, Andreas Botnen Smebye, Erlend Sørmo, Gudny Okkenhaug,
Thomas Hartnik, Gorm Thune, Nora Bjerkli, Ludovica Silvani, Stefan Ritter

Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Oslo, Norway
Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Ås, Norway
Lindum AS, Drammen, Norway

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Kan biokull redde verden fra klimaundergangen?

”Ingeniør” trekull:

- Planter tar opp karbon fra luften
- Forkulling («pyrolyse») av biomassen gir biokull og energi
- Mye karbon i biokull (80-90%)
- Stabilt i jorda: karbonlagring ⟶ Klimatiltak!







Hvordan å lage biokull: fra flame curtain kiln til high-tech pyrolyseenhet

Måling av gassutslipp, Åsgårdstrand

Flame curtain teknologi, Zambia: mye renere enn mer kompliserte alternativer!

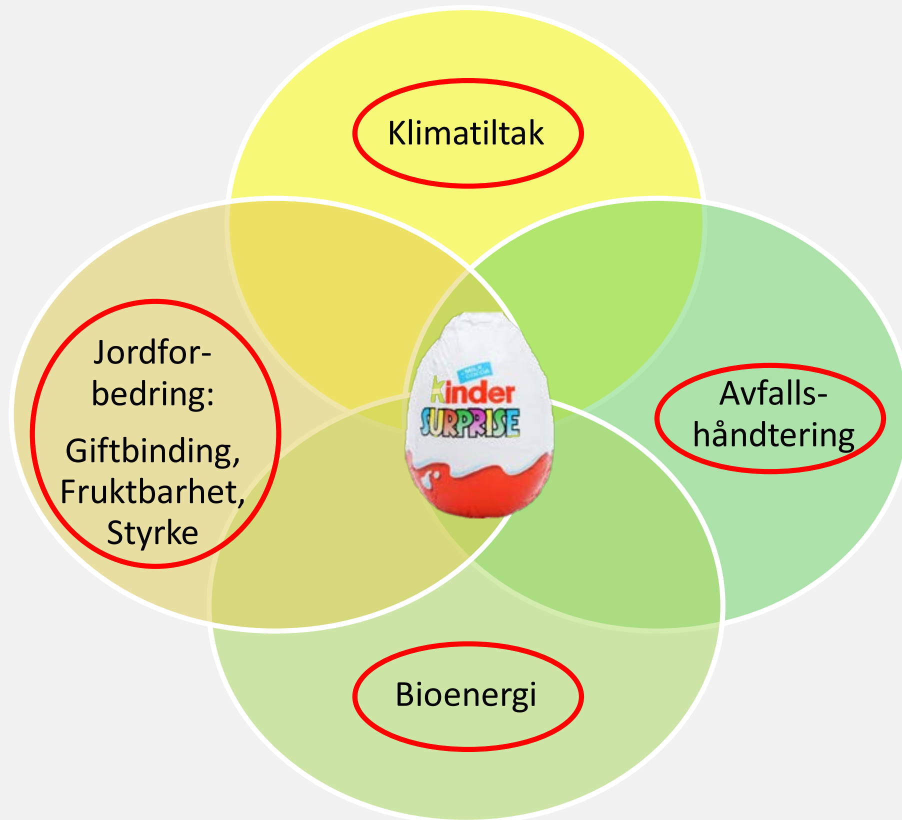




NGI

Cornelissen, G., Pandit, N. R., Taylor, P., Pandit, B. H., Sparrevik, M., & Schmidt, H. P. *Emissions and Char Quality of Flame-Curtain Kilns for Farmer-Scale Charcoal/Biochar Production.* PloS one, *2016, 11*(*5*), e0154617.

Biokull som Kinderegg i sirkulær økonomi: Flere gevinster med organisk avfall



Biokull: karbon betraktes som en ressurs

(i motsetning til karbonfangst)

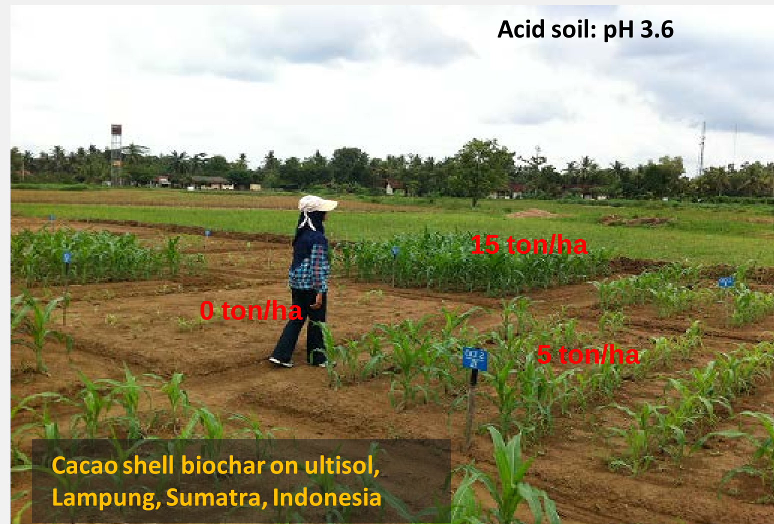
NGI

Biochar at NGI – Agricultural soil improvement

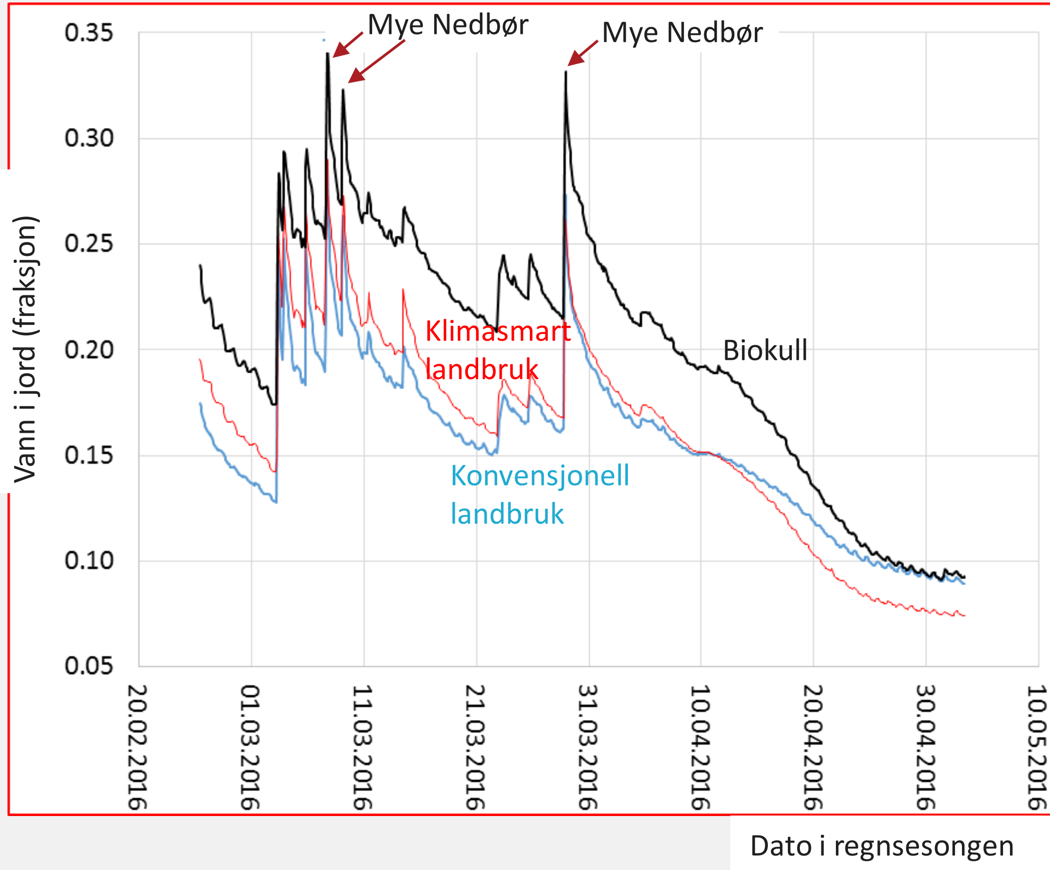








Zambia: Jordfuktighet øker med biokull



Klimatilpasning i et tørrere klima (også i Norge?)



NGI

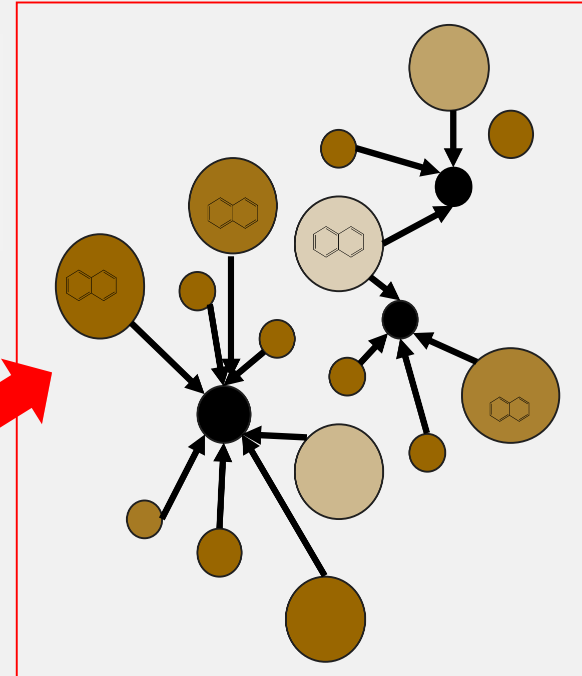
Biokull kombinerer klimatiltak med gift-immobilisering og forbedring av jordkvalitet











Sterk binding av giftstoffer?

NGI

Organic waste in Norway

- Waste timber – 660 000 t/y
  - Heavy metals, traces of various organic contaminants
- Garden waste – 150 000 t/y
  - Pesticides, plastics
- Forestry residues – 3 700 000 t/y
  - Clean?
- Food/biological waste – 340 000 t/y
  - Plastics, pharmaceuticals, PFAS
- Sewage sludge – 200 000 t/y
  - Plastics, pharmaceuticals, PFAS

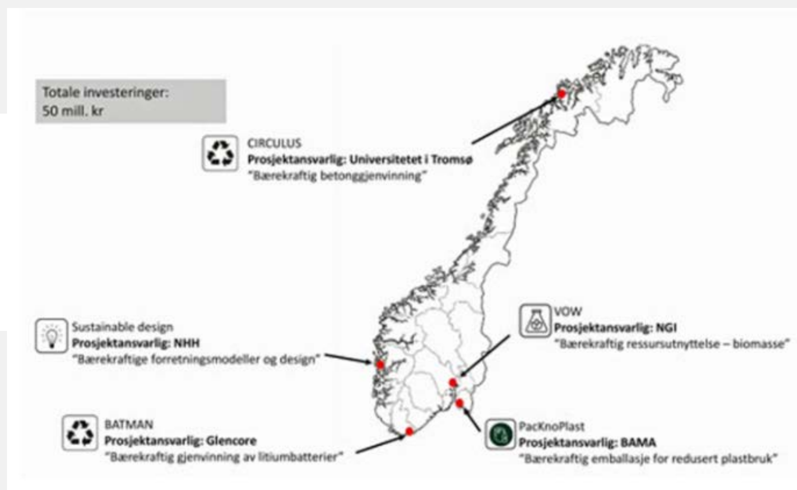




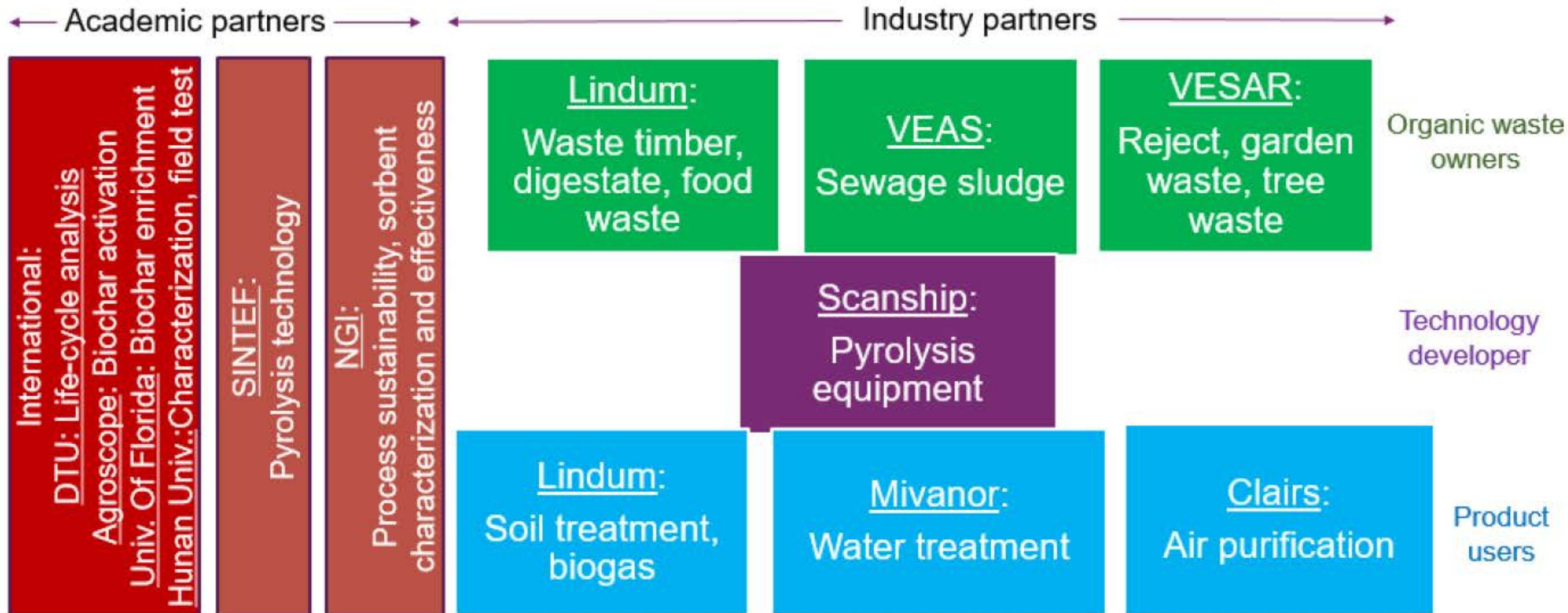
VOW: Valorization of Organic Waste into Sustainable Products for Clean-up of Contaminated Water, Soil, and Air

50 millioner til bærekraftig innovasjon i norsk næringsliv

Forskningsrådet deler nå ut 50 millioner kroner til fem næringsrettede prosjekter som skal skape bærekraftig innovasjon i norsk næringsliv.



VOW: Valorising Organic Waste into Sorbents to



Det startet enkelt……

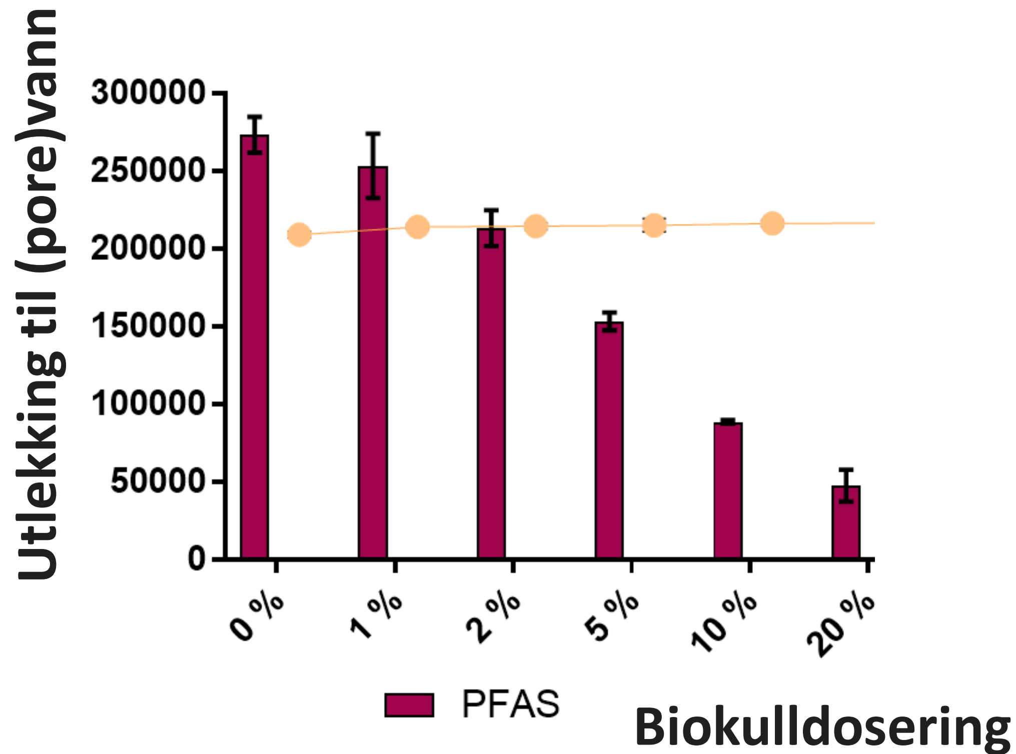






NGI

Men biokullet funket som bare det!



- Men kunne biokullet bli enda litt mer effektivt?
- Og kunne det også brukes på skytebanejord?

Er aktivering av biokull fra resttrevirke en god ide?





Hvor mye aktivering trengs for å binde PFAS i jord?



Forskjellig aktiveringsgrad (0%, 50%, 75%, 100%)



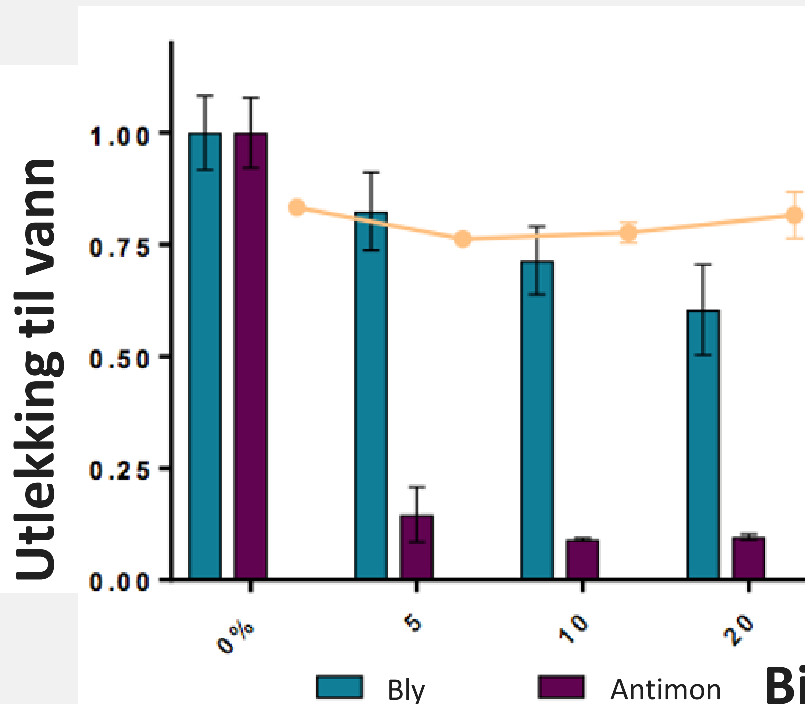
Måling av utlekking



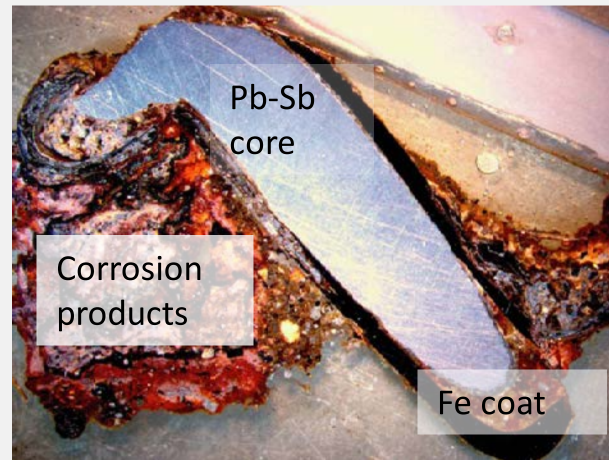
	0.10 % biokull i jord	1 % biokull i jord
0 % aktivering	8% mindre utlekking	92.5% mindre utlekking
50 % aktivering	42% mindre utlekking	99.95% mindre utlekking
75 % aktivering	76% mindre utlekking	99.74% mindre utlekking
100 % aktivering	99% mindre utlekking	99.96% mindre utlekking

NGI

Skytebanejord: bly og antimon



Biokulldosering



- Fungerer bra for antimon
- For bly er det best å berike biokullet med jern



NGI

Ny satsing: Biokull for geoteknisk stabilisering

- MÅL: Mer bærekraftige materialer (lavere CO_2-fotavtrykk) med minst like gode strukturelle egenskaper.
- Kan erstatte:
  - Kalk/sement for jordstabilisering (f eks av torv og kvikkleire)
  - Aktivt kull som binder i asfalt
  - Tilsetning i betong

Biokull er effektiv for å stabilisere torv

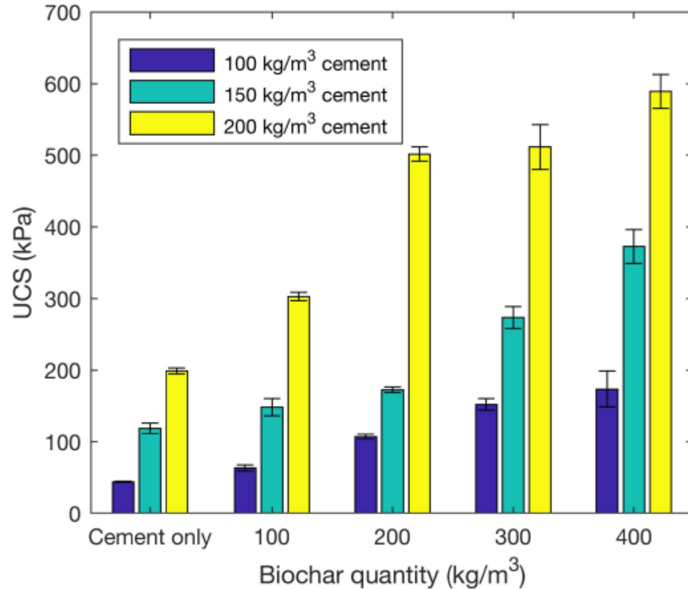


Figure 12. Effects of biochar quantity on UCS of cement stabilised peat with biochar after 28 days of curing

Effects of biochar on cement stabilised peat soil

Lau, J.
PhD Student, Department of Engineering, Cambridge University, UK

Biscontin, G.
University Lecturer, Department of Engineering, Cambridge University, UK

Berti, D.
PhD Student, Department of Oceanography, Texas A&M University, US

- UCS: Unconfined Compressive Strength

NGI

Biokull for geoteknisk stabilisering: betong

Novel biochar-concrete composites: Manufacturing, characterization and evaluation of the mechanical properties

Ali Akhtar, Ajit K. Sarmah *

Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, The University of Auckland, Private bag 92019, Auckland 1142, New Zealand

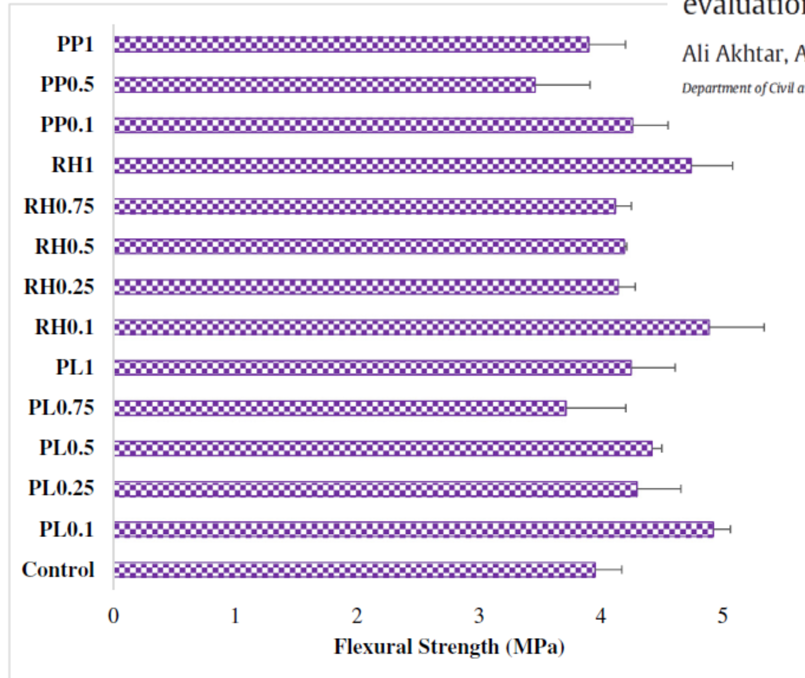


Fig. 4. Flexural strength of biochar-concrete composites at 28 days of curing.

- Stress i materialet rett før det gir etter

Shear strength of landfill cover soil

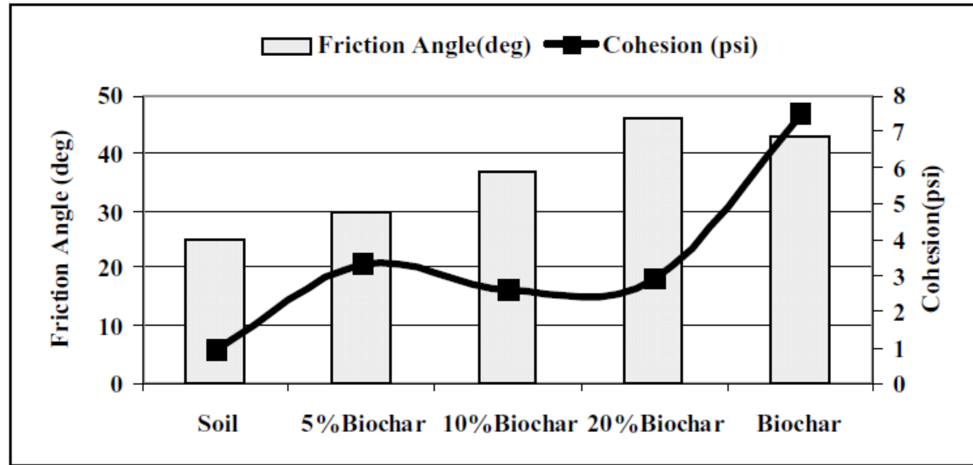


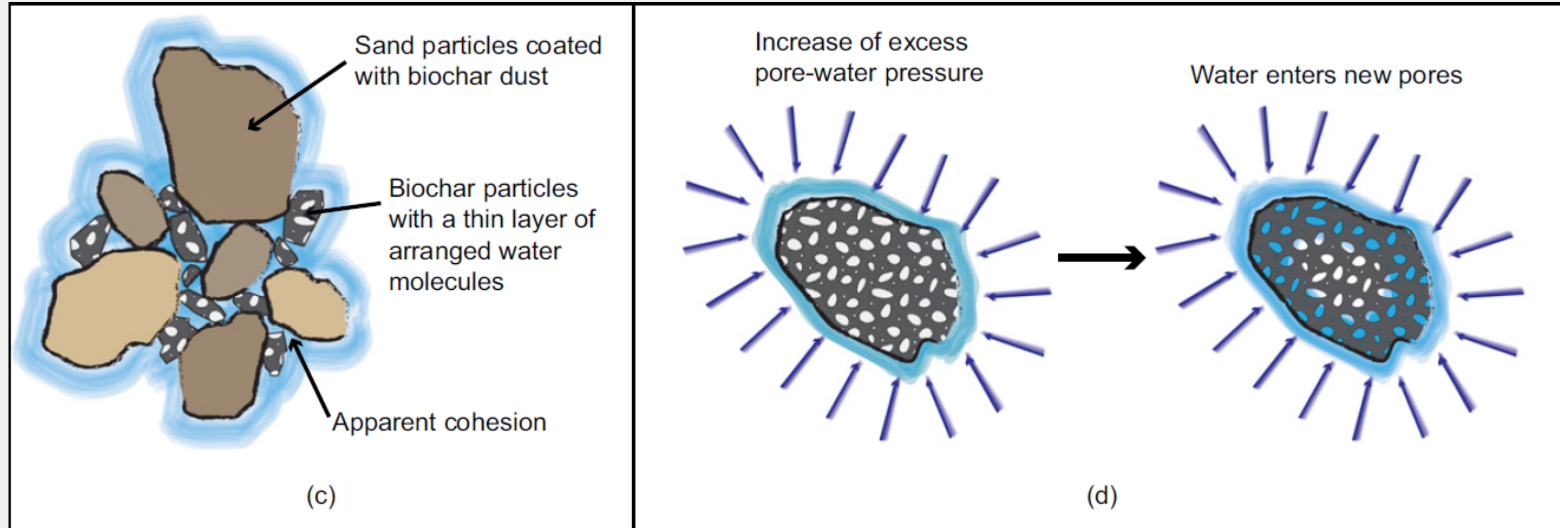
Figure 7. Shear testing parameters of soil, biochar and soil amended with 5%, 10%, and 20% biochar (w/w).

Effects of biochar amendment on geotechnical properties of landfill cover soil

Krishna R Reddy[1], Poupak Yaghoubi[1] and Yeliz Yukselen-Aksoy[1,2]

NGI

Mekanisme: «lim» og «vannabsorbent»



- NGI internt prosjekt 2019-2020: Testing av biokull som bærekraftig alternativ til kalk/sement i stabilisering av torv og kvikkleire

Karbonnøytrale byggematerialer med biokull?

CO_2 emissions:
- Biochar: -2400 kg CO_2-e per tonne
- Asphalt: 10 kg CO_2-e per tonne
- Concrete: 150 kg CO_2-e per tonne
- Cement: 730 kg CO_2-e per tonne

Prices		
- Biochar: 2000-5000 NOK/tonne		
- Asphalt: 1800 NOK/tonne		
- Concrete: 500 NOK/tonne		

Concrete with biochar binder			
	Price	CO_2-e (kg/tonne)	
	NOK/tonne	kg/tonne	
0 %	500	150	
5 %	650	22.5	
6.5 %	695	-15.75	
10 %	800	-105	

Asphalt with biochar binder			
	Price	CO_2-e (kg/tonne)	
	NOK/tonne	kg/tonne	
0 %	1800	10	
0.4 %	1807	0.36	
5 %	1885	-110.5	
10 %	1970	-231	

- Betong: CO_2-nøytral med 6.5% biokull - koster 40% mer
- Asfalt: CO_2-nøytral med 0.4% biokull - koster kun 0.4% mer

Takk for oppmerksomheten!

www.ngi.no/biochar



Ved å blande inn biokull laget av avgnagde maiskolber (til høyre) i jorda, oppnådde forsøksbøndene i Zambia opp til fire ganger bedre avlinger. Maisraden på midten av bildet har ikke fått tilført biokull i jordsmonnet., mens de to radene til høyre og venstre viser resultatet med biokull som "gjødsel" i jorda.

FOTO: GIJS BREEDVELD/GERARD CORNELISSEN/ NGI

Vil redusere klimagassutslipp med avgnagde maiskolber

Aftenposten Des 2011 (Zambia)

Aftenposten · A-magasinet · Osloby · Sport · Meninger · Bli abonnent · Meny

Det grønne kullet

Biokull lagrer CO2 og bedrer jordsmonnet på samme tid. Det gir revolusjonerende muligheter i fattige land.

Biokull 1.5 kg/m²
Biokull 0 kg/m²
Biokull 0.5 kg/m²

FOTO: Gerard Cornelissen

Forskningen viser at biokull på sur jord i Indonesia gir god avlingseffekt.

Av: Jan Mulder, Vegard Martinsen, Sarah Hale, Gerard Cornelissen

Publisert: 07.jan.2015 22:02
Oppdatert: 08.jan.2015 13:43

Aftenposten Jan 2015 (Zambia+Indonesia)

Aftenposten.no Klima

- Vi får en sterk vinn-vinn-situasjon: Man lagrer karbon istedenfor å slippe det ut i atmosfæren, og konseptet forbedrer samtidig livsvilkårene for de fattigste bøndene på de dårligste jordene, sier teknisk sjef for prosjektet, Gerard Cornelissen. ALLE FOTO: NGI

Vil lage biokull av risskall

- Kan redusere Indonesias utslipp tilsvarende Norges samlede CO2-utslipp i fjor, hevder norske forskere.

AV STINE BARSTAD

Oppdatert: 05.06.10 kl. 14:19 Publisert: 04.06.10 kl. 16:52

Aftenposten Juni 2010 (Indonesia)

